

Modelos de estimación de demanda de elección discreta aplicados a transporte urbano, consumo de bebidas y nuevos loteos residenciales

Workshop 13-04-10

Instituto de Economía y Finanzas

Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Nacional de Córdoba

Juan José Pompilio Sartori



Preferencias reveladas

- Permiten obtener estimaciones de demanda a partir de las elecciones realizadas por los individuos en el mercado real. Encuestas de O-D.

Preferencias declaradas

- Conjunto de metodologías que se basan en juicios (datos) declarados por individuos acerca de cómo actuarían frente a diferentes situaciones hipotéticas que le son presentadas y que deben ser lo más aproximadas a la realidad.
- Utilizan diseños de experimentos para construir las alternativas hipotéticas presentadas a los encuestados.



Preferencias declaradas

- Rango de variación de los atributos (variables explicativas) puede ser extendido al nivel requerido o deseable permitiendo además incorporar factores e incluso opciones, que no estén presentes en el año base de estudio.
- Los efectos de variables de especial interés pueden ser aislados totalmente.
- Pueden incorporarse variables secundarias cuya unidad de medición sea cualitativa.
- No existe error de medición en los datos (variables independientes que revelan la decisión hipotética del consumidor).
- Son menos costosos y requieren menos tiempo de recolección y análisis de datos.



El diseño experimental de preferencias declaradas

Categorías principales:

- Escalamiento (rating)
- Jerarquización (ranking)
- Elección (choice)

Factores a considerar para elegir el tipo de diseño experimental:

- El contexto de la elección
- El propósito de estudio
- Presentación simple y realista del problema

Fundamentos del diseño de encuesta de elección desarrollado:

- Necesidad de pronosticar cuotas de mercado de distintos productos, servicios o modos de transporte.
- Resultan más cercanos al comportamiento de elección de los individuos que las jerarquizaciones y los escalamientos.



Fundamentación teórica – El Modelo de Utilidad Aleatoria

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq}$$

Especificación de la utilidad determinística: lineal

$$V_{jq} = CEA_j + \sum_k \beta_{kj} x_{jkq}$$

El individuo q elige la alternativa que maximiza su utilidad, es decir:

$$U_{jq} \geq U_{iq}$$

$$V_{jq} + \varepsilon_{jq} \geq V_{iq} + \varepsilon_{iq}$$

$$V_{jq} - V_{iq} \geq \varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq}$$

$$P_{jq} = \text{Prob}(\varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq} \leq V_{jq} - V_{iq}, \forall i, j)$$

Asumiendo que los errores siguen una distribución de Valor Extremo Tipo I
Utilizamos el modelo LOGIT para la estimación.



Fundamentación teórica

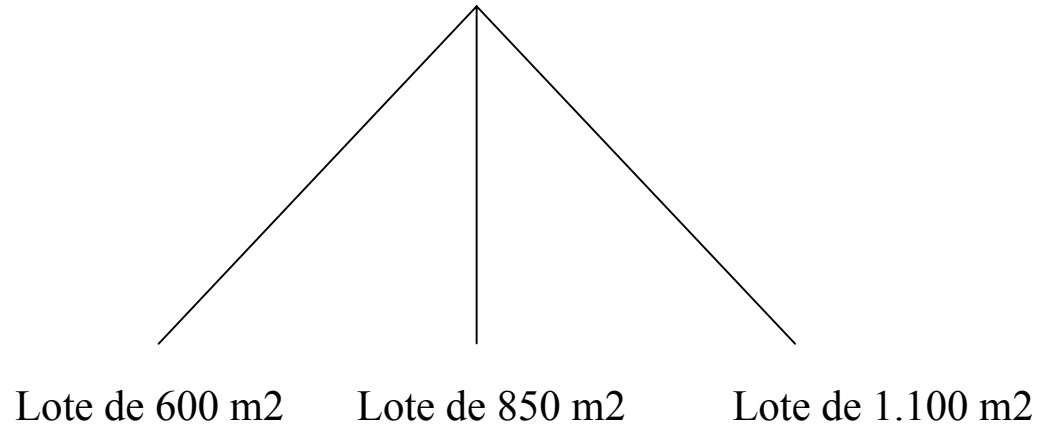
Modelo logit multinomial para elección entre k alternativas:

$$P_j = \frac{\exp(V_j)}{\sum_k \exp(V_k)}$$

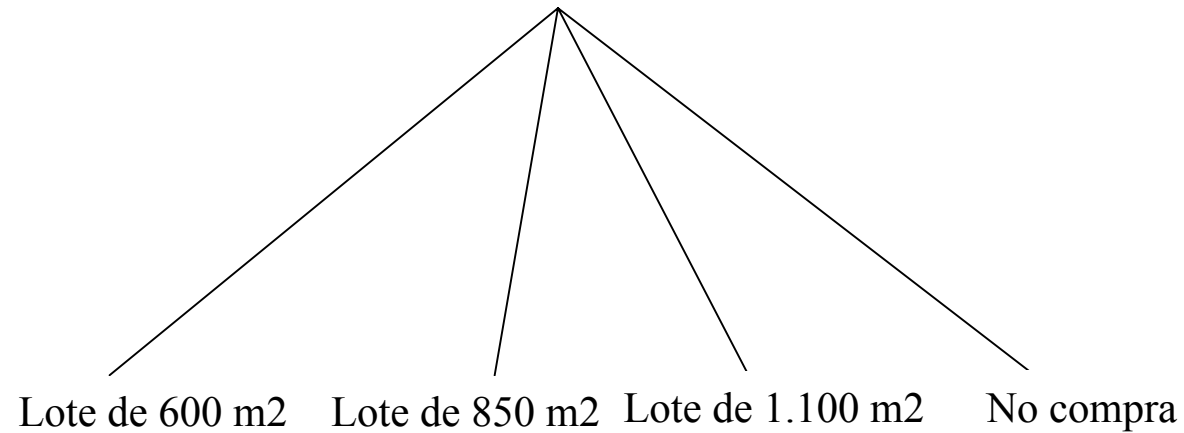


Caso 1 : Loteo Residencial - Estructuras de decisión

Modelo logit multinomial de elección forzada (Modelo 1)

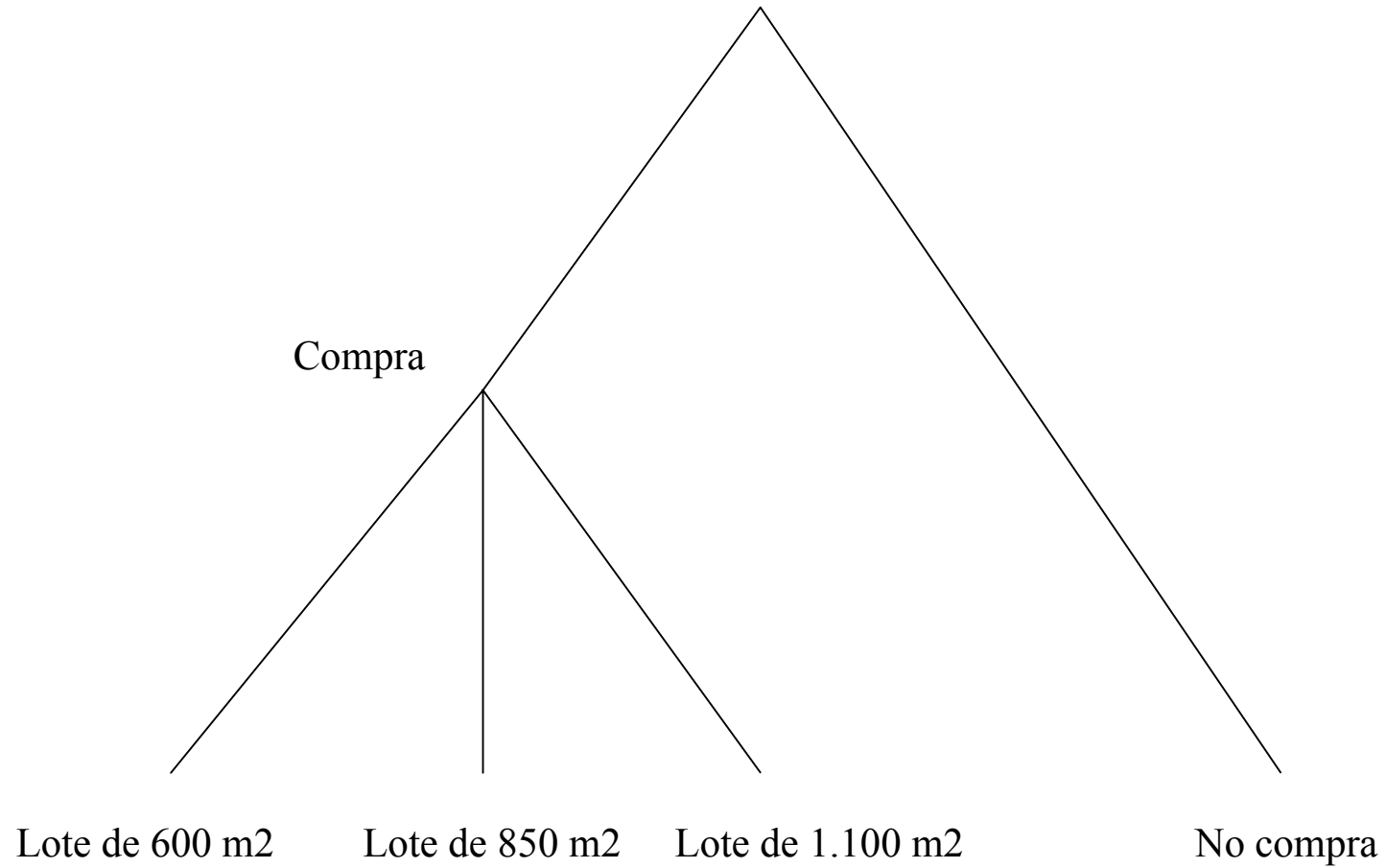


Modelo logit multinomial con opción de no compra (Modelo 2)



Caso: Loteo Residencial – Estructuras de decisión

Modelo logit anidado con opción de no compra (Modelo 3)



Caso: Loteo Residencial

Atributos y niveles considerados en el diseño del experimento de elección

Atributo	Niveles		
Precio de lote de 600 m2	US\$ 30.000	US\$ 33.000	
Precio de lote de 850 m2	US\$ 38.250	US\$ 42.500	
Precio de lote de 1100 m2	US\$ 44.000	US\$ 49.500	
Ubicación	Esquina o frente a plaza	Estándar (no en esquina ni frente a plaza)	
Consolidación barrial (% del barrio construido)	0%	30%	80%
Financiación	Financiado	Contado	
Bloque	1, 2, 3, 4, 5, 6.		



Caso: Loteo Residencial

Diseño de los precios de los lotes

Tipo de Lote	m2	Precio del Lote (por m2)	Precio del Lote
Lote A	600	US\$ 50	US\$ 30.000
	600	US\$ 55	US\$ 33.000
Lote B	850	US\$ 45	US\$ 38.250
	850	US\$ 50	US\$ 42.500
Lote C	1100	US\$ 40	US\$ 44.000
	1100	US\$ 45	US\$ 49.500

Diseño del experimento de elección (combinación de niveles de atributos):

Factorial fraccional ortogonal en niveles de los atributos, de 36 escenarios de elección en 6 bloques.

Fracción del diseño factorial completo de $3^1 * 2^5 = 96$ escenarios de elección.



Caso: Loteo Residencial

Ejemplo de escenario de elección de compra de lote Encuesta personal (papel y lápiz)

Analice la siguiente información sobre tres tipos de lote.

Elija el terreno que usted compraría en los próximos años (pudiendo seleccionar la opción de no compra).

En caso de elegir, en la primera instancia la opción de “no comprar”, elija luego el lote de su mayor preferencia.

Tamaño del lote	600 m2	850 m2	1100 m2	Ninguna / No compraría
Precio en US\$	33.000	42.500	49.500	
Ubicación	Especial	Especial	Estándar	
Consolidación del barrio (%)	30	0	30	
Financiamiento	Financiado	Contado	Contado	

Elegiría
(Marque sólo uno)

Si no estuviera dispuesto
a comprar ...
elija el lote de su mayor
preferencia



Caso: Loteo Residencial

Especificación de las funciones de utilidad

$$U_{600} = \beta_0 + \beta_1 P_{\text{lote600}} + \beta_2 \text{Ubicacion}_{\text{lote600}} + \beta_3 \text{Porc_construcc}_{\text{lote600}} + \beta_4 \text{Financiado}_{\text{lote600}}$$

$$U_{850} = \beta_5 + \beta_1 P_{\text{lote850}} + \beta_2 \text{Ubicacion}_{\text{lote850}} + \beta_3 \text{Porc_construcc}_{\text{lote850}} + \beta_4 \text{Financiado}_{\text{lote850}}$$

$$U_{1100} = \beta_1 P_{\text{lote1100}} + \beta_2 \text{Ubicacion}_{\text{lote1100}} + \beta_3 \text{Porc_construcc}_{\text{lote1100}} + \beta_4 \text{Financiado}_{\text{lote1100}}$$

$$U_{NC} = \beta_6$$

$$P_{NC} = \frac{e^{U_{NC}}}{e^{U_{600}} + e^{U_{850}} + e^{U_{1100}} + e^{U_{NC}}} = \frac{e^{\beta_6}}{e^{U_{600}} + e^{U_{850}} + e^{U_{1100}} + e^{\beta_6}}$$



Caso 1: Loteo Residencial

Estimación del modelo logit multinomial de elección forzada (modelo 1)

Nombre del parámetro	Valor del parámetro	Error estándar	Test t-student	p-valor	Error estándar robusto	Test t-student robusto	p-valor
ASC_P600	0.789	0.463	1.7	0.09*	0.487	1.62	0.11*
ASC_P850	0.877	0.28	3.13	0.00	0.281	3.12	0.00
B_CONSTR	-0.000317	0.00292	-0.11	0.91*	0.00281	-0.11	0.91*
B_FIN	0.984	0.212	4.63	0.00	0.218	4.52	0.00
B_P	-0.113	0.0424	-2.67	0.01	0.0429	-2.63	0.01
B_UBIC	0.207	0.203	1.02	0.31*	0.206	1	0.32*
Nro. de observaciones:	179	Null log-likelihood:	-196.652	Init log-likelihood :	-196.652	Likelihood ratio test:	41.544
Rho- Cuadrado:	0.106	Cte log-likelihood:	-191.481	Final log-likelihood :	-175.880		
Rho- cuadrado ajustado:	0.075						



Caso 1: Loteo Residencial

Estimación del modelo logit multinomial de elección forzada (Modelo 1)

Nombre del parámetro	Valor del parámetro	Error estándar	Test t-student	p-valor	Error estándar robusto	Test t-student robusto	p-valor
ASC_P850	0.49	0.159	3.08	0.00	0.156	3.14	0.00
B_FIN	0.969	0.212	4.58	0.00	0.223	4.34	0.00
B_P	-0.048	0.0189	-2.54	0.01	0.0182	-2.64	0.01
Nro. de observaciones:	179	Null log-likelihood:	-196.652	Init log-likelihood:	-196.652	Likelihood ratio test:	38.06
Rho-Cuadrado:	0.097	Cte log-likelihood:	-191.481	Final log-likelihood:	-177.622		
Rho- cuadrado ajustado:	0.082						



Caso 1: Loteo Residencial

Estimación del modelo logit multinomial con opción de “no compra” (Modelo 2)

Nombre del parámetro	Valor del parámetro	Error estándar	Test t-student	p-valor	Error estándar robusto	Test t-student robusto	p-valor
ASC_P600	0.831	0.336	2.47	0.01	0.331	2.51	0.01
ASC_P850	1.14	0.293	3.90	0.00	0.286	4.00	0.00
B_FIN	1.83	0.280	6.55	0.00	0.286	6.43	0.00
B_P	-0.0574	0.00771	-7.45	0.00	0.00776	-7.41	0.00
Nro. de observaciones:	180	Null log-likelihood:	-249.533	Init log-likelihood:	-249.533	Likelihood ratio test:	96.187
Rho-Cuadrado:	0.193	Cte log-likelihood:	-229.079	Final log-likelihood:	-201.439		
Rho - cuadrado ajustado:	0.177						



Caso 1: Loteo Residencial

Estimación del modelo logit anidado con opción de “no compra” (Modelo 3)

Nombre del parámetro	Valor del parámetro	Error estándar	Test t-student	p-valor	Error estándar robusto	Test t-student robusto	p-valor
ASC_P600	0.582	0.327	1.78	0.07*	0.329	1.77	0.08*
ASC_P850	0.817	0.358	2.28	0.02	0.365	2.24	0.03
B_FIN	1.41	0.474	2.98	0.00	0.480	2.94	0.00
B_P	-0.0407	0.0165	-2.46	0.01	0.0169	-2.41	0.02
Nro. de observaciones:	180	Null log-likelihood:	-249.533	Init log-likelihood:	-249.533	Likelihood ratio test:	97.340
Rho-cuadrado:	0.195	Cte log-likelihood:	-229.079	Final log-likelihood:	-200.863		
Rho-cuadrado ajustado:	0.175						
Restricciones del modelo: Parámetro del nido No Compra = 1; Parámetro de escala de las alternativas del nido de elección de tipos de lotes = 1.							

Name	Value	Std err	t-test 0	p-value	t-test 1	p-value
NEST_C	1.45	0.550	2.64	0.01	0.82	0.41*
NEST_NC	1.00	fixed				

Name	Value	Robust Std err	Robust t-test 0	p-value	Robust t-test 1	p-value
NEST_C	1.45	0.570	2.55	0.01	0.80	0.43*



Caso 1: Loteo Residencial

Probabilidad de elección de lote. Situación Base						
Alternativa	Agregación ingenua			Enumeración muestral		
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Lote 600	0.21	0.14	0.22	0.22	0.16	0.16
Lote 850	0.44	0.25	0.29	0.43	0.27	0.25
Lote 1100	0.34	0.11	0.19	0.34	0.13	0.14
No compra		0.50	0.30		0.44	0.45

Valores de las variables independientes en agregación ingenua

	Financia	Precio m2
Lote 600	0.5	US\$ 52.5
Lote 850	0.5	US\$ 47.5
Lote 1100	0.5	US\$ 42.5
No compra	---	---



Caso 1: Loteo Residencial

Pronósticos de venta con financiamiento propio y menor precio por m² para lotes de 850 m² y 1100 m²

	Situación Base			Pronóstico		
	Precio m ²	Financia	% de elección	Precio	Financia	% de elección
Lote 600	52.5	0.5	0.16	52.5	1	0.19
Lote 850	47.5	0.5	0.27	45	1	0.39
Lote 1100	42.5	0.5	0.13	40	1	0.16
No compra			0.44			0.26



Caso 2: Elección de marca de Fernet en boliche bailable

Diseño del experimento de elección

Atributos:		Nro de niveles	Niveles		
Precio	A	3	\$ 10	\$ 15	\$ 20
Tamaño (vaso de xxx ml o cm3)	B	3	200 cm3	300 cm3	400 cm3
Mix coca con bebida	C	3	90%-10%	80%-20%	70%-30%
Promo 2 x 1	D	2	NO	SI	
Hora de consumo	E	2	De 01 a 03 am	De 03 a 05 am	

Diseño del experimento de elección (combinación de niveles de atributos):
Factorial fraccional ortogonal en niveles de los atributos, de 36 escenarios de elección en 6 bloques.

Fracción del diseño factorial completo: $3^3 * 2^2 = 108$ escenarios de elección.

Encuesta web a alumnos de Lic. en Economía.



Caso 2: Elección de marca de Fernet en bolicheailable

Diseño del experimento de elección

Bloque	Esc.	Fernet Branca					Fernet 1882					Fernet Vittone				
		Precio	Cm3	Mix	Promo	Hora	Precio	Cm3	Mix	Promo	Hora	Precio	Cm3	Mix	Promo	Hora
		alt1.a	alt1.b	alt1.c	alt1.d	alt1.e	alt2.a	alt2.b	alt2.c	alt2.d	alt2.e	alt3.a	alt3.b	alt3.c	alt3.d	alt3.e
2	1	15	300	0	0	0	10	300	1	0	0	10	200	1	0	0
5	2	10	200	1	1	0	15	200	0	1	0	10	200	1	1	0
4	3	10	200	1	1	0	15	300	1	1	1	15	300	0	0	0
1	4	15	300	0	1	0	10	200	0	0	0	15	300	0	0	1
5	5	20	200	0	1	1	20	300	2	0	0	10	300	0	1	1
1	6	10	400	2	0	1	10	400	1	1	0	10	300	0	0	1
5	7	10	400	2	1	1	10	300	2	1	1	15	200	1	0	1
4	8	20	200	0	0	1	20	400	1	0	1	15	200	1	0	0
4	9	20	300	2	0	0	15	200	2	0	1	10	300	1	1	1
1	10	15	400	1	0	0	20	400	0	1	1	10	300	1	1	1
2	11	15	400	1	0	1	20	200	2	1	0	15	200	0	1	0
2	12	20	300	2	1	1	15	400	0	0	1	15	200	0	1	0
....
1	36	15	200	1	1	1	10	300	2	0	1	10	400	2	1	0



Caso 2: Elección de marca de Fernet en boliche bailable

Ejemplo de escenario de elección en encuesta web

The screenshot shows a web browser window titled "Fernet bloque 1 - Windows Internet Explorer". The address bar contains "http://encuestas.unc.edu.ar/index.php". The page content is titled "Alumnos 2009 - bloque 1 - fernet" and includes the following text:

***Lea atentamente cada una de las opciones de diferentes marcas de Fernet presentadas en cada caso según los atributos que se presentan y elija la opción que consumiría en una fiesta o boliche según lo planteado en cada uno de los escenarios hipotéticos presentados. Puede elegir no consumir estas bebidas, ya sea porque Ud no consume bebidas alcohólicas o porque las características presentadas en un escenario de elección hacen que Ud. decida que no las consumiría en ese caso.**

Elija solamente una entrada de las siguientes

- Fernet Branca. Precio = \$15. Tamaño del Vaso = 300 cm³. Mix Fernet con Coca = 10/90. Promo 2 x 1 = SI. Hora de consumo = De 01:00 AM a 03:00 AM.
- Fernet 1882. Precio = \$10. Tamaño del Vaso = 200 cm³. Mix Fernet con Coca = 10/90. Promo 2 x 1 = NO. Hora de consumo = De 01:00 AM a 03:00 AM.
- Fernet Vittone. Precio = \$15. Tamaño del Vaso = 300 cm³. Mix Fernet con Coca = 10/90. Promo 2 x 1 = NO. Hora de consumo = De 03:00 AM a 05:00 AM.
- No consumiría ninguna de estas alternativas.

At the bottom of the survey area, there are three buttons: "Guardar cuestionario y regresar", "siguiente >>", and "[Salir y reiniciar el cuestionario]". The Windows taskbar at the bottom shows the Start button, several open applications, and the system clock at 2:18.



Caso 2: Elección de marca de Fernet en boliche bailable

Resultados de la estimación. Modelo Logit Multinomial con opción de no compra

Name	Value	Std err	t-test	p-value	Robust Std err	Robust t-test	p-value
ASC_1882	3.12	0.601	5.2	0	0.6	5.2	0
ASC_BR	4.21	0.6	7.02	0	0.599	7.03	0
ASC_PNOOP	3.76	0.841	4.48	0	0.793	4.75	0
B_A (Precio)	-0.116	0.0262	-4.41	0	0.0246	-4.71	0
B_B (Tamaño)	0.00514	0.00134	3.83	0	0.00133	3.87	0
B_C (Mix)	0.317	0.128	2.48	0.01	0.131	2.43	0.02
B_D (Promo 2x1)	0.822	0.211	3.89	0	0.221	3.72	0

Nro. de obs.:	252	Null log-likelihood:	-349.34	Init log-likelihood:	-349.346	Likelihood ratio test:	225.76
Rho-Cuadrado:	0.323	Cte log-likelihood:	-263.40	Final log-likelihood:	-236.466		
Rho- cuadrado ajustado:	0.303						



Caso 2: Elección de marca de Fernet en boliche bailable

Pronósticos de cuota de mercado

	Situación Base				Cuota de mercado
	A=Precio	B=cm3	C=MIX	D=Promo	
Branca	\$ 15.00	300	1	0	0.52
1882	\$ 15.00	300	1	0	0.18
Vittone	\$ 15.00	300	1	0	0.01
No consume	---	---	---	---	0.30

	Escenario 1				Cuota de mercado
	A=Precio	B=cm3	C=MIX	D=Promo	
Branca	\$ 15.00	300	1	0	0.46
1882	\$ 10.00	300	1	0	0.28
Vittone	\$ 15.00	300	1	0	0.01
No consume	---	---	---	---	0.26



Caso 2: Elección de marca de Fernet en bolicheailable

Pronósticos de cuota de mercado

	Situación Base				Cuota de mercado
	A=Precio	B=cm3	C=MIX	D=Promo	
Branca	\$ 15.00	300	1	0	0.52
1882	\$ 15.00	300	1	0	0.18
Vittone	\$ 15.00	300	1	0	0.01
No consume	---	---	---	---	0.30

	Escenario 2				Cuota de mercado
	A=Precio	B=cm3	C=MIX	D=Promo	
Branca	\$ 15.00	300	1	0	0.38
1882	\$ 15.00	300	2	1	0.40
Vittone	\$ 15.00	300	1	0	0.01
No consume	---	---	---	---	0.22



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo

Atributos y niveles del diseño del experimento de elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo. Viaje de 5 kms.

Modo de transporte	Tiempo de viaje (minutos)			Tiempo de espera promedio (en minutos)			Costo de viaje (de ida o en un solo sentido)		
	20	25	30						
Automóvil particular (conductor)	20	25	30				\$ 8.00	\$ 10.00	\$ 12.00
Motocicleta particular	20	25	30				\$ 4.00	\$ 5.00	\$ 6.00
Taxi o remis	20	25	30	5	10	15	\$ 18.00	\$ 23.00	\$ 28.00
Colectivo común	33	40	50	10	20	30	\$ 1.50	\$ 2.00	\$ 2.50
Colectivo Diferencial	27	30	33	5	10	15	\$ 4.00	\$ 5.00	\$ 6.00

Modo de transporte	Cuadras caminadas en origen y destino (en total)			Costo de estacionamiento diario		
	2	4	6			
Automóvil particular (conductor)				\$ -	\$ 3.00	\$ 6.00
Motocicleta particular				\$ -	\$ 2.00	\$ 4.00
Taxi o remis						
Colectivo común	2	4	6			
Colectivo Diferencial	2	4	6			



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo

Diseño del experimento de elección:

- Diseño con alternativas específicas (auto, moto, taxi, etc.)
- Diseño con atributos específicos de las alternativas.
- Diseño D-eficiente (no ortogonal).
- Encuesta de 18 escenarios de elección.
- En 3 bloques (Cada encuestado responde 6 escenarios).
- Un diseño D-eficiente independiente para distintas distancias de viaje y *disponibilidad* de medios de transporte particular (auto y moto).
- Encuesta piloto a egresados de UNC.
- Encuesta web.

Distancia de viaje del entrevistado		Distancia de viaje del experimento de elección
De	A	
0	2,9	2 kms
3,0	7,5 kms	5 kms
7,6 kms	12,5 kms	10 kms
12,6 kms	17,5 kms	15 kms
17,6 kms	22,5 kms	20 kms
22,6 kms	27,5 kms	25 kms
Más de 27,5 kms		30 kms



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo

Diseño del experimento de elección:

Diseño	Alternativas disponibles				
Diseño maestro o completo	Automóvil particular	Motocicleta	Taxi o remis	Colectivo común	Colectivo diferencial
Sub-diseño 1	Automóvil particular		Taxi o remis	Colectivo común	Colectivo diferencial
Sub-diseño 2		Motocicleta	Taxi o remis	Colectivo común	Colectivo diferencial
Sub-diseño 3			Taxi o remis	Colectivo común	Colectivo diferencial



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo

Ejemplo de escenario de elección en encuesta web

The screenshot shows a web browser window with the following details:

- Browser Title:** A SURVEY: Al Trabajo - Bloque 1 - Encuesta de elección de modo de transporte para realizar viaj - Windows Int...
- Address Bar:** http://encuestas.unc.edu.ar/index.php
- Page Title:** Al Trabajo - Bloque 1 - Encuesta de elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo
- Subtitle:** Encuesta de elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo en la Ciudad de Córdoba (Universidad Nacional de Córdoba) - Bloque 1
- Progress Bar:** 0% to 100%
- Scenario Text:**

Sin moto. Bloque 1. Viaje 5 km.

1: *Suponga que debe realizar un viaje habitual desde el hogar al trabajo, cuya distancia es de 5 kms en la ciudad de Córdoba (Argentina). En CADA UNO DE LOS SEIS ESCENARIOS QUE SE PRESENTARÁN A CONTINUACIÓN, lea atentamente cada una de las opciones de diferentes medios de transporte disponibles para realizar su viaje habitual al trabajo, considerando las características de cada uno y elija el medio de transporte que utilizaría en este caso. También puede elegir no utilizar estos medios, dado que usaría otro medio o realizaría su viaje a pie por ejemplo. Suponga además, que se trata de un día SIN LLUVIA. Escenario 1:

Elija solamente una entrada de las siguientes

 - Automóvil particular. Tiempo de viaje: 10 minutos. Costo de viaje: \$ 8. Costo de estacionamiento diario: \$ 3.
 - Taxi o Remis. Tiempo de viaje: 15 minutos. Tiempo de espera del móvil: 15 minutos. Costo de viaje: \$10.
 - Colectivo común. Tiempo de viaje: 20 minutos. Tiempo de espera en parada: 20 minutos. Costo de viaje: \$1,50 . Cuadras caminadas en origen más destino (total): 2.
 - Colectivo diferencial. Tiempo de viaje: 18 minutos. Tiempo de espera en parada: 15 minutos. Costo de viaje: \$ 4. Cuadras caminadas en origen más destino (total): 2.
 - Ninguno de los anteriores.

The Windows taskbar at the bottom shows the Start button, several open applications (Internet Explorer, Explorer, Microsoft Office), and the system clock at 5:02.



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo

Teoría de Diseño de experimentos D-eficientes:

- Las respuestas de elección de los entrevistados generan la variable dependiente del modelo.
- Basado en estas respuestas, se estiman los parámetros del modelo y ... mientras más confiables (es decir, con menor error estándar) los parámetros ... más eficiente es el diseño.
- Para determinar la eficiencia del diseño:
 - Suponer valores previos de los parámetros a estimar.
 - Aproximar la matriz de Var-Cov de los parámetros a estimar.
- La matriz de Var-Cov asintótica de los coeficientes estimados es una aproximación de la verdadera matriz de Var-Cov.
- La raíz cuadrada de cada elemento de la diagonal principal de la matriz de Var-Cov de los coeficientes estimados es el error estándar del coeficiente.

Determinar la función de verosimilitud del modelo:

$$L_N(\beta / X, y) = \sum_{n=1}^N \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^J y_{jsn} \log P_{jsn}(X / \beta)$$



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo

Teoría de Diseño de experimentos D-eficientes:

- **Determinar la matriz de información de Fisher (Matriz de derivadas segundas de la función de verosimilitud):**

$$I_N(\beta / X, y) = \frac{\partial^2 L_N(\beta / X, y)}{\partial \beta \partial \beta'}$$

- **Determinar la matriz de var-cov asintótica (por derivación analítica o simulación):**

$$\Omega_N(\beta / X, y) = -I_N^{-1}(\beta / X, y)$$

- **Calcular el D-error:**

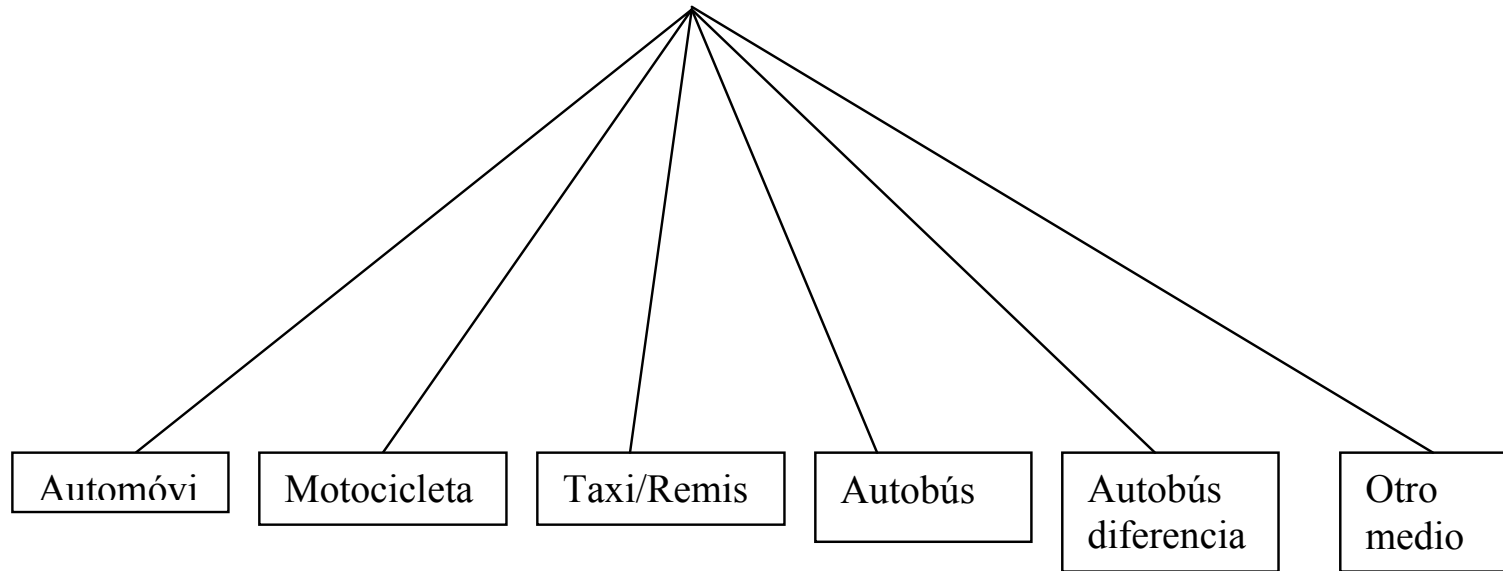
$$\text{D-error} = \det(\Omega_1)^{1/K}$$

K: parámetros a estimar

- **Elegir el diseño experimental que lo minimice.**



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo



Modelo especificado y estimado (funciones de utilidad)

$$U(\text{Auto}) = A_{tv} * t_{va} + A_{cv} * c_{va} + A_{ce} * c_{ea} + A_{kms} * kms + A_{qpv} * q_{perviv} + A_{qpt} * q_{pertrab}$$

$$U(\text{Taxi}) = ASC_{\text{taxi}} + T_{cv} * c_{vt} + T_{tv} * t_{vt} + T_{te} * t_{et}$$

$$U(\text{Col}) = ASC_{\text{col}} + C_{tv} * t_{vcol} + C_{te} * t_{ecol} + C_{cv} * c_{vcol} + C_{cc} * c_{ccol} + C_{kms} * kms + C_{ing} * ing$$

$$U(\text{Dif}) = ASC_{\text{dif}} + D_{tv} * t_{vdif} + D_{te} * t_{edif} + D_{cv} * c_{vdif} + D_{cc} * c_{cdif}$$

$$U(\text{NC}) = ASC_{\text{nochoice}}$$



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo

Modelo logit multinomial con opción de no compra

Name	Value	Std err	t-test	p-value		Robust Std err	Robust t-test	p-value	
ASC_col	2.97	0.921	3.22	0		0.949	3.13	0	
ASC_dif	-1.42	0.296	-4.81	0		0.278	-5.11	0	
ASC_nochoice	-1.95	0.307	-6.36	0		0.317	-6.14	0	
Ace	-0.248	0.045	-5.5	0		0.0447	-5.55	0	
Acv	-0.166	0.0751	-2.21	0.03		0.0732	-2.27	0.02	
Akms	0.416	0.116	3.6	0		0.111	3.76	0	
Aqpv	0.267	0.0713	3.74	0		0.0682	3.91	0	
Atv	-0.116	0.031	-3.73	0		0.0316	-3.66	0	
Ccc	-0.146	0.0801	-1.82	0.07	*	0.0792	-1.84	0.07	*
Ccv	-0.513	0.329	-1.56	0.12	*	0.324	-1.58	0.11	*
Cing	-0.000329	7.12E-05	-4.63	0		7.52E-05	-4.38	0	
Ckms	0.353	0.127	2.79	0.01		0.12	2.96	0	
Cte	-0.0553	0.0171	-3.23	0		0.0166	-3.32	0	
Ctv	-0.105	0.0351	-2.99	0		0.0319	-3.29	0	
Tcv	-0.185	0.0283	-6.53	0		0.0277	-6.67	0	

Nro de obs:	528	Null log-likelihood:	-821.667	Init log-likelihood:	-821.667
Rho-cuadrado:	0.276	Final log-likelihood:	-594.585	Likelihood ratio test:	454.165
Rho-cuadrado ajustado:	0.258				



Caso 3: Elección de modo de transporte para realizar viajes al trabajo

Pronóstico de uso de distintos modos de transporte

	Escenario Base	Escenario 1:	Escenario 2:
Variable	Valor	Valor	Valor
CE_auto	4	4	4
CV_auto	10	10	15
Kms_auto	5	5	5
qpv_auto	4	4	4
TV_auto	25	25	25
CC_col	4	4	4
CV_col	2	2	2
Ing_col	3000	3000	3000
kms_col	5	5	5
TE_col	20	20	20
TV_col	40	40	40
CV_taxi	23	20	23
P(auto) =	17.03%	16.70%	8.21%
P(taxi/remis) =	2.67%	4.57%	2.96%
P(autobús) =	7.93%	7.78%	8.77%
P(diferencial) =	45.55%	44.67%	50.39%
P(otro medio) =	26.81%	26.29%	29.66%



Comentarios finales:

- **Los diseños eficientes están siendo utilizados actualmente en mayor medida.**
- **Existen profesionales que siguen utilizando diseños de experimentos ortogonales fraccionales ... aunque son experimentos para estimar modelos lineales.**
- **Los modelos del tipo logit son modelos no lineales.**
- **Debe recalcar la importancia de la especificación del modelo a estimar en cualquier aplicación, dado que debe existir una total coherencia entre el diseño del experimento de elección y el modelo econométrico de demanda a estimar.**
- **Así, para estimar un modelo logit multinomial con opción de no compra (eficiente), debe diseñarse el experimento de elección para un modelo de este tipo específicamente... para estimar un modelo logit anidado, debe diseñarse el experimento de elección para un modelo logit anidado, ... y así sucesivamente.**
- **De todos modos, incluso los diseños factoriales ortogonales fraccionales han funcionado bien en algunos casos.**

Líneas futuras de investigación:

- **Aplicación de modelos logit con parámetros aleatorios.**
- **Profundizar en métodos de pronóstico.**

